



Merenkululaitos

TIEDOTUSLEHTI nro 13/1.10.2002

ALUKSEN RAKENNETTA JA KONETEHOA KOSKEVAT TALVILIIKENNEVAATIMUKSET

Merenkululaitos on 20.9.2002 antanut uuden väylämaksulain (708/2002) 12 §:n nojalla tarkemmat määräykset aluksen rakennetta ja konetehoa koskevista talviliikennevaatimuksista.

Oheisena olevat määräykset tulevat voimaan 1.10.2002.

Merenkululaitoksen 16.9.2002 vahvistama uusi jääluokkatodistuslomakkeen kaava on julkaistu Merenkululaitoksen tiedotuslehdessä nro 12/1.10.2002.

Merenkululaitoksen vahvistama luettelo hyväksytyjen luokituslaitosten antamia luokitusmerkintöjä vastaavista suomalaisista jääluokista tullaan julkaisemaan Merenkululaitoksen tiedotuslehdessä lähiaikoina.

Toimistopäällikkö

Pertti Haatainen

Merenkulunylitarkastaja

Jorma Kämäräinen

Asiaa koskevat tiedustelut:

Tekninen toimisto

Tämä tiedotuslehti
korvaa tiedotuslehdet:

11/2.9.1985
2/27.1.1986
4/25.1.1988
10/26.10.1992
6/1.2.1995
13/27.9.1999

Dnro 5/30/2002
ISSN 1455-9048

Tilaukset
ja myynti:

Merenkululaitos
Julkaisumyynti

Käyntiosoite
Porkkalankatu 5
00180 Helsinki

Postiosoite
PL 171
00181 Helsinki

Puhelin
0204 481

Faksi
0204 48 4273
keskushallinto@fma.fi

MERENKULKULAITOS**MÄÄRÄYS****Antopäivä: 20.9.2002****Dnro: 5/30/2002**

Sisältöalue: Aluksen rakennetta ja konetehoa koskevat talviliikennevaatimukset

Säädöspäätös: Väylämaksulaki (708/2002) 12 § 3 momentti

Voimassaoloaika: 1.10.2002 - toistaiseksi

Kumoaa määräyksen: Merenkulkuhallituksen jäämaksuluokkamääräykset 1971
6.4.1971 Dnro 1260/71/307 niihin myöhemmin tehtyine muutoksineen
Merenkulkuhallituksen jäämaksuluokkamääräykset 1985
2.9.1985 Dnro 2575/85/307 niihin myöhemmin tehtyine muutoksineen

**MERENKULKULAITOKSEN MÄÄRÄYKSET
ALUKSEN RAKENNETTA JA KONETEHOA KOSKEVISTA
TALVILIIKENNEVAATIMUKSISTA**

Annettu Helsingissä 20 päivänä syyskuuta 2002

Merenkululaitos on päättänyt 16 päivänä elokuuta 2002 annetun väylämaksulain (708/2002) 12 §:n 3 momentin nojalla:

1 §

Merenkululaitos on antanut oheisena olevat, väylämaksulain (708/2002) 12 §:ssä tarkoitetut tarkemmat määräykset aluksen rakennetta ja konetehoa koskevista talviliikennevaatimuksista. Määräyksistä ilmenevät myös eri jääluokkien väliset erot.

2 §

Nämä määräykset tulevat voimaan 1 päivänä lokakuuta 2002.

Näillä määräyksillä kumotaan Merenkulkuhallituksen 6 päivänä huhtikuuta 1971 antamat jäämaksuluokkamääräykset (Dnro 1260/71/307) sekä 2 päivänä syyskuuta 1985 antamat jäämaksuluokkamääräykset 1985 (Dnro 2575/85/307) niihin myöhemmin tehtyine muutoksineen.

Aluksiin, joiden jääluokka on IB tai IC ja joiden köli on laskettu tai jotka ovat olleet samankaltaisessa rakennusvaiheessa ennen 1 päivää syyskuuta 2003, sovelletaan kuitenkin vähimmäiskonetehoa määritettäessä Merenkulkuhallituksen jäämaksuluokkamääräyksiä 1985 (2.9.1985, Dnro 2575/85/307) niihin myöhemmin tehtyine muutoksineen.

Helsingissä 20 päivänä syyskuuta 2002

Meriturvallisuusjohtaja

Jukka Häkämies

Toimistopäällikkö

Pertti Haatainen

MERENKULKULAITOKSEN MÄÄRÄYKSET ALUKSEN RAKENNETTA JA KONETEHOA KOSKEVISTA TALVILIIKENNEVAATIMUKSISTA

Annettu Helsingissä 20 päivänä syyskuuta 2002 (Dnro 5/30/2002)

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	5
1.1	Jääluokat	5
2	JÄÄLUOKKASYVÄYS	5
2.1	Suurin syväys keskilaivalla	5
2.2	Suurin ja pienin syväys keulassa ja perässä	5
3	KONETEHO	6
3.1	Konetehon määritelmä	6
3.2	Vaadittu konetehto jääluokissa IA Super, IA, IB ja IC	6
3.2.1	Määritelmiä	6
3.2.2	Uudet alukset	7
3.2.3	Olemassaolevat jääluokkiin IB tai IC kuuluvat alukset	9
3.2.4	Olemassaolevat jääluokkiin IA Super ja IA kuuluvat alukset	9
3.2.5	Muita menetelmiä määrittää K_e tai R_{CH}	10
4	RUNGON RAKENTEELLINEN SUUNNITTELU	10
4.1	Yleistä	10
4.1.1	Alueet	11
4.2	Jääkuorma	12
4.2.1	Kuormituksen korkeus	12
4.2.2	Jääpaine	12
4.3	Laidoitus	13
4.3.1	Jäävahvistuksen (jäävyöhykkeen) ulottuvuus pystysuunnassa	13
4.3.2	Levyn paksuus jäävyöhykkeessä	14
4.4	Kaaret	15
4.4.1	Jäävahvistuksen pystysuora ulottuvuus	15
4.4.2	Poikittaiskaaret	15
4.4.2.1	Taivutusvastus	15
4.4.2.2	Poikittaiskaarituksen yläpää	16
4.4.2.3	Poikittaiskaarituksen alapää	17
4.4.3	Pitkittäiskaaret	17
4.4.4	Yleistä kaarituksesta	18
4.5	Jääjäykkääjät	18
4.5.1	Jäykkääjät jäävyöhykkeessä	18
4.5.2	Jäävyöhykkeen ulkopuolella olevat jäykkääjät	19
4.5.3	Kansikaistaleet	20
4.6	Kehyskaaret	20
4.6.1	Kuormitus	20
4.6.2	Taivutusvastus ja leikkauspinta-ala	20
4.6.3	Suora laskentamenetelmä	22

4.7 Keula	22
4.7.1 Keularanka	22
4.7.2 Järjestelyt hinausta varten	23
4.8 Perä	23
4.9 Pallekölit	23
5 PERÄSIN JA OHJAUSLAITTEET	24
6 POTKURI, AKSELI JA VAIHTEET	24
6.1 Jäämomentin määrittäminen	24
6.2 Potkurit	25
6.3 Potkuriakseli	26
6.4 Väliakselit	26
6.5 Alennusvaihteet	27
7 MUUT KONEISTOVAATIMUKSET	27
7.1 Käynnistyslaitteet	27
7.2 Pohjakaivot ja jäähdytysvesijärjestelmät	27
Liite 1	JÄÄLUOKKIEN IA SUPER, IA, IB JA IC TEHOVAATIMUSTEN PÄTEVYYSS- ALUE (MÄÄRÄYSTEN KOHTA 3.2.2) JA KONETEHOLASKELMIEN TARKASTAMINEN
Liite 2	VAADITTU KONETEHO ALUKSELLE, JONKA JÄÄLUOKKA ON IB TAI IC JA JONKA KÖLI ON LASKETTU TAI JOKA ON OLLUT SAMAN- KALTAISESSA RAKENNUSVAIHEESSA ENNEN 1 PÄIVÄÄ SYYSKUUTA 2003

1. YLEISTÄ

1.1 Jääluokat

Väylämaksulain (708/2002) 12 §:n mukaan alukset kuuluvat jääluokkiin seuraavasti:

- 1) erikoisjääluokkaan (jääluokka IA Super) alus, jonka rakenteen lujuus aluksen jäissäkulkukykyyyn vaikuttavissa tärkeimmissä kohdissa olennaisesti ylittää jääluokan IA vaatimukset ja joka runkonsa muodon ja konetehonsa puolesta pystyy kulkemaan vaikeissa jääoloissa;
- 2) jääluokkaan IA, IB tai IC jäävahvistuksen ja konetehon mukaan alus, joka täyttää aluksen rakennetta ja konetehoa koskevat talviliikennevaatimukset ja on vahvistettu jäissäkulkua varten;
- 3) jääluokkaan II alus, jolla on oma kuljetuskoneisto ja joka on teräsrunkoinen ja rakenteeltaan avomerikelpoinen, mutta ei ole vahvistettu jäissäkulkua varten;
- 4) jääluokkaan III alus, joka ei kuulu 1–3 kohdassa tarkoitettuun jääluokkaan.

2 JÄÄLUOKKASYVÄYS

2.1 Suurin syväys keskilaivalla

Suurin jääluokkasyväys keskilaivalla on kesälastivesiviivaa vastaava syväys. Mikäli aluksella on puutavaralastivesiviiva, käytetään puutavarakesälastivesiviivaa.

2.2 Suurin ja pienin syväys keulassa ja perässä

Suurin ja pienin jääluokkasyväys keulassa ja perässä on määrättävä ja niiden on käytävä ilmi luokitustodistuksesta.

Viivasta, jonka määrittävät suurimmat syväydet keulassa, keskilaivalla ja perässä, käytetään nimitystä LWL. Viiva voi olla murtoviiva. Viivasta, jonka määrittävät pienimmät syväydet keulassa ja perässä, käytetään nimitystä BWL.

Syväys ja viippaus eivät saa ulottua LWL:n rajoittaman alueen ulkopuolelle aluksen kulkiessa jäissä. Meriveden suolapitoisuus kuljettavalla reitillä on otettava huomioon alusta lastattaessa.

Alus on aina lastattava vähintään BWL:n määräämään syvyyteen kuljettaessa jäissä. Mikä tahansa vesipainolastitankki, joka sijaitsee BWL:n yläpuolella ja joka täytetään aluksen saattamiseksi BWL:ää vastaavalle vesiviivalle, on varustettava laitteilla, jotka estävät veden jäätymisen tankissa.

Määritettäessä BWL-viivaa on otettava huomioon se seikka, että aluksella tulee olla kohtuullinen jäissäkulkukyky painolastissa. Potkurin on oltava kokonaan vedenpinnan alapuolella ja jos mahdollista, kokonaan jään alapuolella.

Syväyden keulassa on oltava vähintään:

$(2 + 0,00025 \Delta) h_0$ [m] mutta ei tarvitse ylittää $4h_0$, missä:

Δ = aluksen uppouma [t] suurimmalla jääluokkasyväydellä kohdan 2.1 mukaan

h_0 = tasaisen jään paksuus [m] kohdan 4.2.1 mukaan

3 KONETEHO

3.1 Konetehon määritelmä

Koneteho P on suurin teho, minkä kuljetuskoneisto pystyy jatkuvasti välittämään potkuriin/potkureille. Mikäli koneiston tehoa on teknisin toimenpitein tai alusta koskevin säädöksin rajoitettu, P :n arvona käytetään tätä rajoitettua tehoa.

3.2 Vaadittu koneteho jääluokissa IA Super, IA, IB ja IC

Koneteho ei saa olla pienempi kuin alla olevan kaavan määrittämä eikä missään tapauksessa pienempi kuin 1000 kW jääluokassa IA, IB ja IC, eikä pienempi kuin 2800 kW jääluokassa IA Super.

3.2.1 Määritelmiä

Aluksen mittojen sekä eräiden muiden parametrien määritelmät ovat seuraavat:

L = aluksen perpendikkelpituus [m]

L_{BOW} = keulan pituus [m]

L_{PAR} = keskilaivan yhdensuuntaisen osan pituus [m]

B = aluksen suurin leveys [m]

T = aluksen kohdan 3.2.2 mukainen jääluokkasyvyys [m]

A_{wf} = keulan vesiviivan pinta-ala [m²]

α = vesiviivan kulma kohdassa $B/4$ [astetta]

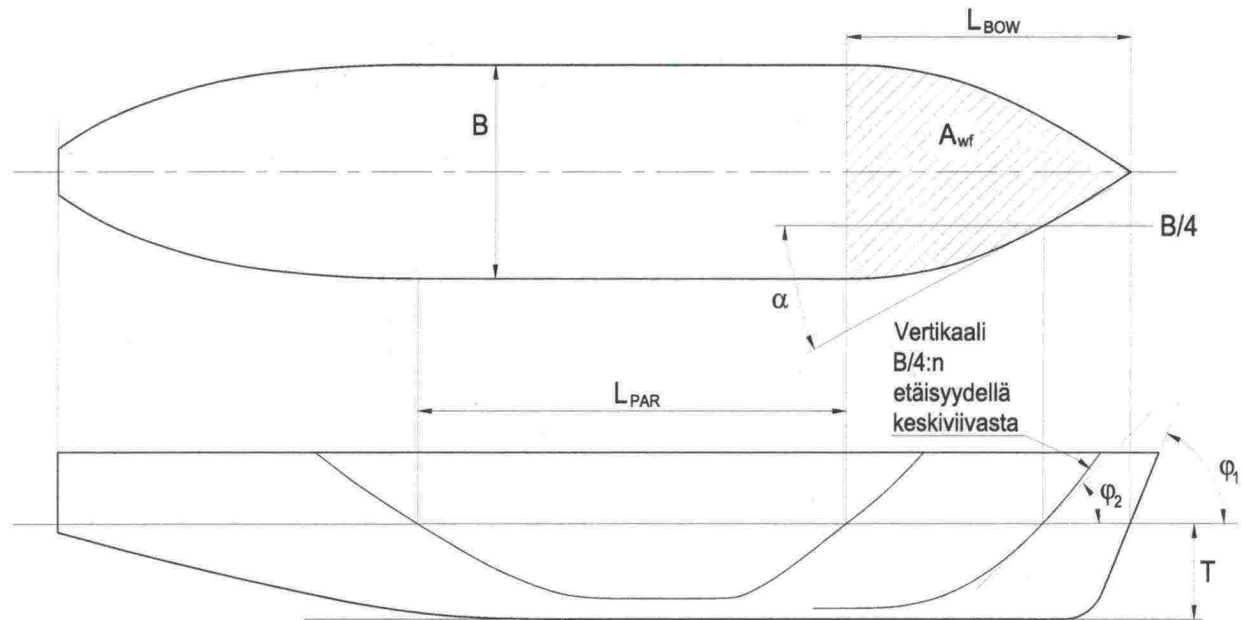
φ_1 = keulan kallistuskulma keskiviivan kohdalla [astetta]

φ_2 = keulan kallistuskulma kohdassa $B/4$ [astetta]

D_P = potkurin halkaisija [m]

H_M = jäämurskan paksuus keskiuomassa [m]

H_F = keulan syrjään työntämän jäämurskakerroksen paksuus [m]



Jos aluksella on bulbi, $\phi = 90^\circ$

Kuva 1

3.2.2 Uudet alukset

Saadakseen jääluokan IA Super, IA, IB tai IC, on aluksen, jonka köli on laskettu tai joka on vastaavassa rakennusvaiheessa 1 päivänä syyskuuta 2003 tai sen jälkeen, täytettävä konetehonsa osalta seuraavat vaatimukset. Konetehovaatimus lasketaan kahdelle eri syväydelle. Käytettävät syväydet ovat suurin syväys keskilaivalla määriteltynä kuten LWL ja pienin syväys määriteltynä kuten BWL kohdassa 2.2. Laivan parametrit, jotka riippuvat syväydestä on määritettävä vastaavalla syväydellä, mutta L ja B määritetään vain maksimisyväydellä. Konetehto ei saa olla pienempi kuin suurin näistä kahdesta tehosta.

$$P = K_e \frac{(R_{CH} / 1000)^{3/2}}{D_p} [\text{kW}]$$

missä K_e otetaan seuraavasti:

Potkuri- tai koneistotyyppi	Säätösiipipotkuri tai sähköinen tai hydraulinen käyttökoneisto	Kiinteäsiipinen potkuri
1 potkuri	2,03	2,26
2 potkuria	1,44	1,60
3 potkuria	1,18	1,31

Näitä K_e -arvoja käytetään tavanomaisiin kuljetuskoneistoihin. Määriteltäessä konetehovaatimuksia kehittyneemmille kuljetuskoneistoille, voidaan käyttää myös muita menetelmiä (katso kohta 3.2.4).

R_{CH} on aluksen aiheuttama vastus [Newton] murretussa jääuomassa, jossa on jäätynyt pintakerros:

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 C_\mu (H_F + H_M)^2 (B + C_\psi H_F) + C_4 L_{PAR} H_F^2 + C_5 \left(\frac{LT}{B^2} \right)^3 \frac{A_{wf}}{L}$$

$$C_\mu = 0,15 \cos \varphi_2 + \sin \psi \sin \alpha, \quad C_\mu = \text{valitaan yhtä suureksi tai suuremmaksi kuin } 0,45$$

$$C_\psi = 0,047 \cdot \psi - 2,115, \quad \text{ja } C_\psi = 0 \text{ kun } \psi \leq 45^\circ$$

$$H_F = 0,26 + (H_M B)^{0,5}$$

$$\begin{aligned} H_M &= 1,0 \text{ jääluokissa IA ja IA Super} \\ &= 0,8 \text{ jääluokassa IB} \\ &= 0,6 \text{ jääluokassa IC} \end{aligned}$$

C_1 ja C_2 huomioivat jäämurskan uudelleen jäätyneen ylemmän kerroksen ja ne voidaan ottaa nolllaksi jääluokille IA, IB ja IC.

Jääluokassa IA Super lasketaan C_1 ja C_2 seuraavasti:

$$C_1 = f_1 \frac{BL_{PAR}}{2 \frac{T}{B} + 1} + (1 + 0,021 \varphi_1) (f_2 B + f_3 L_{BOW} + f_4 BL_{BOW})$$

$$C_2 = (1 + 0,063 \varphi_1) (g_1 + g_2 B) + g_3 \left(1 + 1,2 \frac{T}{B} \right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

Bulbikeulaiselle alukselle φ_1 :n arvoksi otetaan 90° .

$f_1 = 23 \text{ N/m}^2$	$G_1 = 1530 \text{ N}$
$f_2 = 45,8 \text{ N/m}$	$G_2 = 170 \text{ N/m}$
$f_3 = 14,7 \text{ N/m}$	$G_3 = 400 \text{ N/m}^{1,5}$
$f_4 = 29 \text{ N/m}^2$	

$$C_3 = 845 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_4 = 42 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_5 = 825 \text{ kg/s}^2$$

$$\psi = \arctan \left(\frac{\tan \varphi_2}{\sin \alpha} \right)$$

$$\left(\frac{LT}{B^2} \right)^3 \text{ ei oteta pienemmäksi kuin } 5, \text{ eikä suuremmaksi kuin } 20$$

Tarkempia tietoja edellä mainittujen kaavojen pätevyysalueesta sekä esimerkkitapauksia koneteholaskelmista on näiden määräysten Liitteessä I. Jos aluksen parametriarvot, jotka on määriteltä Liitteessä I olevassa taulukossa 1, ovat raja-arvojen ulkopuolella, on käytettävä muita menetelmiä R_{CH} :n määrittämiseksi kohdan 3.2.5 mukaisesti.

3.2.3 Olemassaolevat jääluokkiin IB tai IC kuuluvat alukset

Voidakseen pitää jääluokan IB tai IC tulee aluksen, jonka köli on laskettu tai joka on samankaltaisessa rakennusvaiheessa ennen 1 päivää syyskuuta 2003, täyttää Merenkulkuhallituksen jäämaksuluokkamääräysten 1985 kohdan 3.2.1 mukaiset vähimmäiskonetehoa koskevat määräykset (2.9.1985, Dnro 2575/85/307) niihin myöhemmin tehtyine muutoksineen. Merenkulkuhallituksen jäämaksuluokkamääräysten 1985 kohdan 3.2.1 mukaiset jääluokkia IB ja IC koskevat vähimmäiskonetehoa koskevat määräykset on annettu liitteessä 2.

3.2.4 Olemassaolevat jääluokkiin IA Super ja IA kuuluvat alukset

Voidakseen pitää jääluokan IA Super tai IA tulee aluksen, jonka köli on laskettu tai joka on samankaltaisessa rakennusvaiheessa ennen 1 päivää syyskuuta 2003, täyttää kohdan 3.2.2 vaatimukset viimeistään:

- 1 päivänä tammikuuta 2005, tai
- 1 päivänä tammikuuta sinä vuonna, jolloin on kulunut 20 vuotta siitä kun alus on luovutettu, riippuen siitä kumpi tapahtuu myöhemmin.

Jos olemassaolevalle alukselle vaadittavat jotkin runkoparametrien arvot laskentamenetelmässä kohdassa 3.2.2 on vaikea määrittellä, voidaan käyttää seuraavaa vaihtoehtoista kaavaa:

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 (H_F + H_M)^2 (B + 0,658H_F) + C_4 LH_F^2 + C_5 \left(\frac{LT}{B^2} \right)^3 \frac{B}{4}$$

Jääluokassa IA voidaan C_1 :n ja C_2 :n arvoksi ottaa nolla.

Jääluokassa IA Super, jos aluksella ei ole bulbia, lasketaan C_1 ja C_2 seuraavasti:

$$C_1 = f_1 \frac{BL}{2 \frac{T}{B} + 1} + 1,84(f_2 B + f_3 L + f_4 BL)$$

$$C_2 = 3,52(g_1 + g_2 B) + g_3 \left(1 + 1,2 \frac{T}{B} \right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

Jääluokassa I A Super, jos alus on varustettu bulbilla, lasketaan C_1 ja C_2 seuraavasti:

$$C_1 = f_1 \frac{BL}{2 \frac{T}{B} + 1} + 2,89(f_2 B + f_3 L + f_4 BL)$$

$$C_2 = 6,67(g_1 + g_2 B) + g_3 \left(1 + 1,2 \frac{T}{B} \right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

$f_1 = 10,3 \text{ N/m}^2$	$g_1 = 1530 \text{ N}$
$f_2 = 45,8 \text{ N/m}$	$g_2 = 170 \text{ N/m}$
$f_3 = 2,94 \text{ N/m}$	$g_3 = 400 \text{ N/m}^{1,5}$
$f_4 = 5,8 \text{ N/m}^2$	

$$C_3 = 460 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_4 = 18,7 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_5 = 825 \text{ kg/s}^2$$

$\left(\frac{LT}{B^2}\right)^3$ ei oteta pienemmäksi kuin 5, eikä suuremmaksi kuin 20

3.2.4 Muita menetelmiä määrittää K_e tai R_{CH}

Yksittäiselle alukselle voidaan hyväksyä edellä määritettyjen K_e - tai R_{CH} -arvojen asemasta sellaiset K_e - tai R_{CH} -arvot, jotka perustuvat tarkempiin laskelmiin tai mallikokeisiin. Tällaisen hyväksynnän ehtona on, että se voidaan peruuttaa, jos kokemukset aluksen suorituskäytävistä antavat siihen aihetta.

Suunnitteluvaatimuksena eri jääluokille on 5 solmun vähimmäisnopeus seuraavanlaisissa murretuissa jääuomissa:

IA Super	$H_M = 1,0 \text{ m}$ sekä $0,1 \text{ m}$ vahvuinen jäätynyt pintakerros
IA	$= 1,0 \text{ m}$
IB	$= 0,8 \text{ m}$
IC	$= 0,6 \text{ m}$

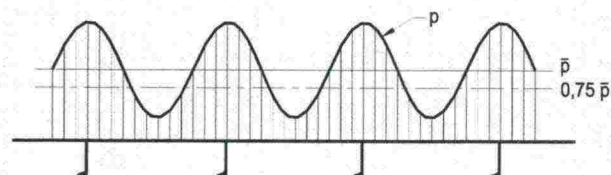
4 RUNGON RAKENTEELLINEN SUUNNITTELU

4.1 Yleistä

Menetelmä, jolla määritetään rungon mitoitus, perustuu tiettyihin oletuksiin, jotka koskevat rakenteeseen kohdistuvan jääkuormituksen luonnetta. Nämä oletukset perustuvat pohjoisen Itämeren alueella tehtyihin täysmittakaavakokeisiin.

Pienellä kuormitusalueella paikallinen jääpaine voi saavuttaa melko suuria arvoja ja saattaa olla selvästi suurempi kuin merijään normaali yksiakselialinen murtolujuus. Tämä johtuu siitä, että jännitystila on todellisuudessa moniakselialinen.

Kaareen kohdistuva jääpaine on suurempi kuin kaarten välissä olevaan laidoitukseen kohdistuva jääpaine. Tämä johtuu siitä, että kaarten ja laidoituksen taivutusjäykkyys on erilainen. Kuormitusjakauman on oletettu olevan kuvan 2 mukainen.



Kuva 2
Jääkuorman jakautuminen aluksen kyljessä

Rungon mitoituksen määrittelyyn tässä luvussa annetut kaavat ja arvot voidaan korvata paremmin soveltuvilla menetelmillä, jos ne ovat hallinnon tai luokituslaitoksen hyväksymiä.

Jos näiden määräysten mitoitusvaatimukset ovat pienempiä kuin luokituslaitoksen vaatimukset vahvistamattomalle alukselle, on käytettävä luokituslaitoksen vaatimuksia.

On huomattava, että seuraavassa tekstissä määriteltyt kaarivälit ja jännevälit on normaalisti oletettu mitattavan pystytasossa, joka on yhdensuuntainen aluksen keskiviivan kanssa. Jos aluksen ulkosivu poikkeaa enemmän kuin 20° tästä tasosta, etäisyydet ja jännevälit tulee mitata aluksen ulkosivua pitkin.

4.1.1 Alueet

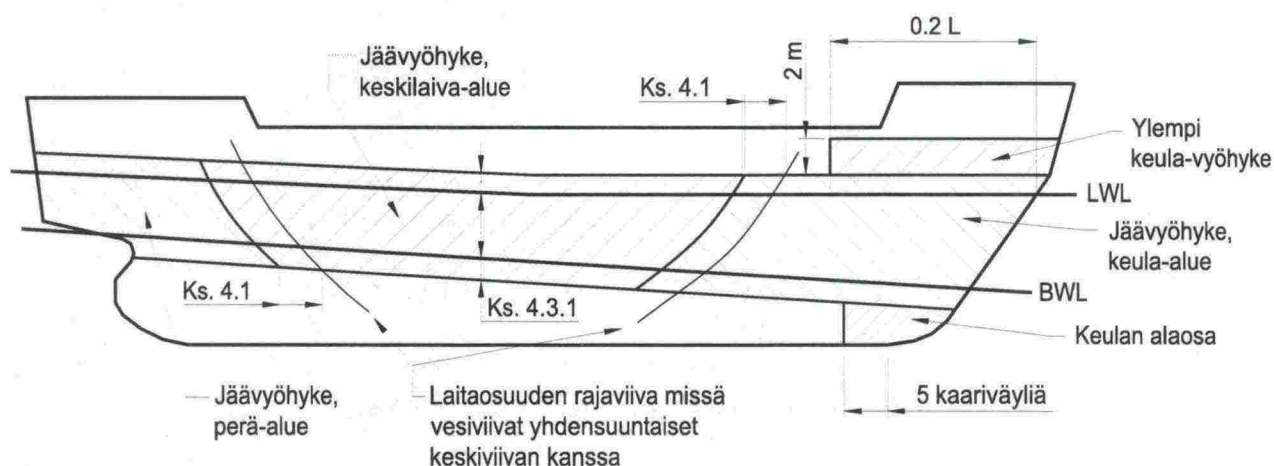
Aluksen runko jaetaan alueisiin seuraavasti (katso myös kuva 3):

Keula-alue: Alue ulottuu keulasta perään päin keula-alueen takarajaan. Takaraja sijaitsee etäisyydellä $0,04 \cdot L$ perään päin sellaisesta takarajan kanssa yhdensuuntaisesta viivasta, jonka peräpuolella aluksen vesiviivat ovat yhdensuuntaiset keskiviivan kanssa. Jääluokissa IA Super ja IA rajaviivan ylityksen ei tarvitse olla suurempi kuin 6 metriä, jääluokissa IB ja IC ylityksen ei tarvitse olla suurempi kuin 5 metriä.

Keskilaiva-alue: Alue ulottuu keula-alueen takarajasta keskilaiva-alueen takarajaan. Keskilaiva-alueen takaraja sijaitsee etäisyydellä $0,04 \cdot L$ perään päin sellaisesta takarajan kanssa yhdensuuntaisesta viivasta, jonka keulapuolella aluksen vesiviivat ovat yhdensuuntaiset keskiviivan kanssa. Jääluokissa IA Super ja IA rajaviivan ylityksen ei tarvitse olla suurempi kuin 6 metriä, jääluokissa IB ja IC ylityksen ei tarvitse olla suurempi kuin 5 metriä.

Peräalue: Alue on keskilaiva-alueen takarajasta perään ulottuva osa.

Pituutena L käytetään luokituslaitoksen käyttämää pituutta.



Kuva 3

4.2 Jääkuorma

4.2.1 Kuormituksen korkeus

Jäävahvistetun aluksen oletetaan liikennöivän avomerellä tasaisessa jäässä, jonka paksuus ei ylitä arvoa h_0 . Sen alueen, joka todellisuudessa on milloin tahansa jääpaineen vaikutuksen alaisena, suunnittelukorkeuden (h) on kuitenkin oletettu olevan ainoastaan osa jään paksuudesta. Arvot symboleille h_0 ja h on annettu seuraavassa taulukossa:

Jääluokka	h_0 [m]	h [m]
IA Super	1,0	0,35
IA	0,8	0,30
IB	0,6	0,25
IC	0,4	0,22

4.2.2 Jääpaine

Suunnittelujääpaine saadaan kaavalla:

$$P = c_d \cdot c_l \cdot c_a \cdot p_0 \text{ [MPa], missä}$$

c_d = tekijä, joka ottaa huomioon aluksen koon ja konetehon. Se lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$c_d = \frac{a \cdot k + b}{1000}$$

$$k = \frac{\sqrt{\Delta \cdot P}}{1000}$$

arvot a :lle ja b :lle saadaan seuraavasta taulukosta:

	Alue			
	Keula		Keski & Perä	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

Δ = uppouma aluksen suurimmalla jääluokkasyväydellä [t] (katso kohta 2.1)

P = aluksen todellinen jatkuva koneteho [kW] (katso kohta 3.1)

c_l = tekijä, joka ottaa huomioon sen todennäköisyyden, millä suunnittelujääpaine esiintyy tietyssä rungon alueessa kyseessä olevassa jääluokassa

c_l :n arvot saadaan seuraavasta taulukosta:

Jääluokka	Alue		
	Keula	Keskilaiva	Perä
IA Super	1,0	1,0	0,75
IA	1,0	0,85	0,65
IB	1,0	0,70	0,45
IC	1,0	0,50	0,25

c_a = tekijä, joka ottaa huomioon todennäköisyyden, että tarkasteltava alue on koko pituudeltaan jääpaineen alaisena samana ajankohtana. Se lasketaan kaavalla:

$$c_a = \frac{47 - 5l_a}{44}; \text{ max } 1,0; \text{ min } 0,6$$

l_a otetaan seuraavasti:

Rakenne	Kaarityyppi	l_a [m]
Laidoitus	Poikittainen	Kaariväli
	Pitkittäinen	2 · kaariväli
Kaaret	Poikittainen	Kaariväli
	Pitkittäinen	Kaaren jänneväli
Jääkaari		Kaaren jänneväli
Kehyskaari		2 · kehyskaarten väli

p_0 = nimellisjääpaine; käytetään arvoa 5,6 Mpa

4.3 Laidoitus

4.3.1 Jäävahvistuksen (jäävyöhykkeen) ulottuvuus pystysuunnassa (katso kuva 3)

Jäävyöhykkeen ulottuvuus pystysuunnassa on seuraava:

Jääluokka	LWL:n yläpuolella [m]	BWL:n alapuolella [m]
IA Super	0,6	0,75
IA	0,5	0,6
IB	0,4	0,5
IC	0,4	0,5

Lisäksi on vahvistettava seuraavat alueet:

Keulan alaosa: Jääluokan IA Super aluksissa laidoituksen paksuuden on oltava jäävyöhykkeen alapuolella keulasta sellaiseen kohtaan, joka on viisi pääkaariväliä perään päin pisteestä, jossa keulaprofiili yhtyy köliiviivaan, vähintään sama kuin jäävyöhykkeen paksuus keskilaivassa.

Ylempi keulavyöhyke: Jääluokkien IA Super ja IA aluksissa, joiden avovesinopeus on suurempi tai yhtä suuri kuin 18 solmua, laidoituksen paksuuden on oltava vähintään sama kuin jäävyöhykkeen paksuus keskilaivassa, ylärajasta 2 metriä ylöspäin sekä keularangasta etäisyydelle 0,2 L keulapystysuorasta peräänpäin. Vastaava vahvistus keulaosassa on suositeltavaa myöskin alukselle, jolla on pienempi matkanopeus, kun esim. mallikokeiden perusteella on ilmeistä, että aluksella tulee olemaan korkea keula-aalto.

Jäävyöhykkeessä ei saa olla valoventtiilejä. Jos sääkansi missä tahansa osassa sijaitsee jäävyöhykkeen ylärajan alapuolella (esim. kaivon kohdalla kaivokantisessa aluksessa), partaan lujuuden on

oltava vähintään sama kuin jäävyöhykkeen lujuus. Myös tyhjennysaukkojen on täytettävä tämä vaatimus.

4.3.2 Levyn paksuus jäävyöhykkeessä

Poikittaiskaarijärjestelmässä laidoituslevyjen paksuus määritetään kaavalla:

$$t = 667 s \sqrt{\frac{f_1 \cdot p_{PL}}{\sigma_y}} + t_c [\text{mm}]$$

Pitkittäiskaarijärjestelmässä laidoituslevyn paksuus määritetään kaavalla:

$$t = 667 s \sqrt{\frac{p_{PL}}{f_2 \cdot \sigma_y}} + t_c [\text{mm}]$$

s = kaariväli [m]

$p_{PL} = 0,75 p$ [MPa]

p = kuten kohdassa 4.2.2

$$f_1 = 1,3 - \frac{4,2}{(h/s + 1,8)^2}; \text{ max } 1,0$$

$$f_2 = 0,6 + \frac{0,4}{(h/s)}; \text{ kun } h/s \leq 1$$

$$f_2 = 1,4 - 0,4(h/s); \text{ kun } 1 \leq h/s < 1,8$$

h = kuten kohdassa 4.2.1

σ_y = materiaalin myötöraja [N/mm^2];

käytetään seuraavia arvoja (kuten IACS yhteisvaatimuksessa W11):

$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2$ normaalilujuuksiselle rakenneteräkselle

$\sigma_y = 315 \text{ N/mm}^2$ tai suurempi suurilujuuksiselle rakenneteräkselle

Jos käytetään teräksiä, joiden myötörajat eroavat ylläolevista, nämä voidaan korvata todellisilla arvoilla, mikäli luokituslaitos sen hyväksyy.

t_c = kulumis- ja korroosiolisä [mm]; normaalisti t_c on 2 mm. Jos käytetään erikoispinnoitetta, jonka tiedetään kokemuksen perusteella kestävän jään aiheuttaman kulumisen, voidaan hyväksyä pienempiä arvoja.

4.4 Kaaret

4.4.1 Jäävahvistuksen pystysuora ulottuvuus

Kaarten jäävahvistuksen pystysuoran ulottuvuuden on oltava vähintään seuraava:

Jääluokka	Alue	LWL:n yläpuolella [m]	BWL:n alapuolella [m]
IA Super	Keulasta 0,3L peräänpäin	1,2	Kaksoispohjaan tai pohjatukkien yläreunan ohi
	Peräänpäin 0,3L:n etäisyydestä keulasta	1,2	1,6
	Keskilaiva	1,2	1,6
	Perä	1,2	1,2
IA, IB, IC	Keulasta 0,3L peräänpäin	1,0	1,6
	Peräänpäin 0,3L:n etäisyydestä keulasta	1,0	1,3
	Keskilaiva	1,0	1,3
	Perä	1,0	1,0

Jos vaaditaan ylempi keulavyöhyke (katso kohta 4.3.1), on kaarten jäävahvistuksen ulotuttava vähintään vyöhykkeen yläreunaan.

Jos jäävahvistus ulottuisi kannen tai kaksoispohjan yli vähemmän kuin 250 mm, voi jäävahvistus päättyä kanteen tai kaksoispohjaan.

4.4.2 Poikittaiskaaret

4.4.2.1 Taivutusvastus

Poikittaisen pää- ja välikaaren taivutusvastus on laskettava kaavalla:

$$Z = \frac{p \cdot s \cdot h \cdot l}{m_t \cdot \sigma_y} 10^6 [\text{cm}^3]$$

p = jääpaine kuten kohdassa 4.2.2 [MPa]

s = kaariväli [m]

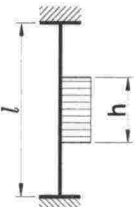
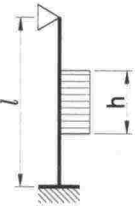
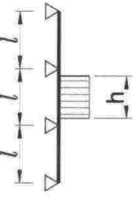
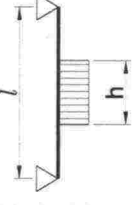
h = kuormitusalueen korkeus kuten kohdassa 4.2.1 [m]

l = kaaren jänneväli [m]

$$m_t = \frac{7m_o}{7 - 5h/l}$$

σ_y = myötöraja kuten kohdassa 4.3.2 [N/mm²]

m_o = arvot saadaan seuraavasta taulukosta:

Reunaehto	m_o	Esimerkki
	7	Kaaret bulk-aluksessa, jossa yläsiipitankit
	6	Kaaret, jotka ulottuvat yksikantisessa aluksessa kaksoispohjasta kanteen
	5,7	Useiden kansien tai jäykkääjien välissä olevat jatkuvat kaaret
	5	Ainoastaan kahden kannen välissä olevat kaaret

Reunaehdot koskevat pääkaaria ja välikaaria. Kuormitus on kaaren jännevälin keskellä.

Missä vähemmän kuin 15 % kaaren jännevälistä, l , on sijoittunut kohdassa 4.4.1 määritellyn jäävahvistusalueen sisälle, saadaan käyttää normaalia kaaren ainevahvuutta.

4.4.2.2 Poikittaiskaarituksen yläpää

1. Pää- ja välijääkaaren vahvistetun yläosan on liityttävä kanteen tai jäykkääjään (kohta 4.5).

2. Jos kaari loppuu kannen tai jäykkääjän yläpuolelle, joka sijaitsee jäävyöhykkeen ylärajalla tai sen yläpuolella (kohta 4.3.1), voidaan kaaren kannen tai jäykkääjän ylimenevässä osassa soveltaa luokituslaitosten vahvistamattomalle alukselle asettamia mitoitusvaatimuksia ja välikaaren yläpää voidaan yhdistää viereisiin pääkaariin vaakasuoralla osalla, joka on samaa ainevahvuutta kuin pääkaari. Tällainen välikaari voidaan myös ulottaa yläpuoliseen kanteen ja mikäli tämä on ylempänä kuin 1,8 metriä jäävyöhykkeen yläpuolella, välikaarta ei tarvitse yhdistää tähän kanteen muualla kuin keulavyöhykkeessä.

4.4.2.3 Poikittaiskaarituksen alapää

1. Pää- ja välijääkaaren vahvistetun alapään on liityttävä kanteen, kaksoispohjaan tai jääjäykkääjään (kohta 4.5).
2. Jos välikaari päättyy kanteen, kaksoispohjaan tai jääjäykkääjään, joka sijaitsee jäävyöhykkeen alarajalla (kohta 4.3.1) tai sen alapuolella, voidaan alapää yhdistää viereisiin pääkaariin vaakasuuntaisella vahvisteella, jonka mitoitus on sama kuin pääkaaren.

4.4.3 Pitkittäiskaaret

Pitkittäiskaaren taivutusvastus lasketaan kaavalla:

$$Z = \frac{f_3 \cdot f_4 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 [\text{cm}^3]$$

Pitkittäiskaaren leikkauspinta-ala on:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_3 \cdot p \cdot h \cdot l}{2\sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2]$$

Huom. Tämä kaava on voimassa ainoastaan, jos poikittaiskaari on liitetty kantavaan rakenteeseen polvioilla kuten on vaadittu kohdassa 4.4.4.1.

f_3 = tekijä, joka ottaa huomioon viereisillä kaarilla olevan kuormituksen jakauman:

$$f_3 = (1 - 0,2 \text{ h/s})$$

f_4 = tekijä, joka ottaa huomioon kuormituksen keskittymisen tukipisteeseen:

$$f_4 = 0,6$$

p = jääpaine kuten kohdassa 4.2.2 [MPa]

h = kuormitusalueen korkeus kuten kohdassa 4.2.1 [m]

s = kaariväli [m]

Kaariväli ei saa olla suurempi kuin 0,35 metriä jääluokissa IA Super tai IA eikä missään tapauksessa yli 0,45 metriä.

l = kaaren jänneväli [m]

m = reunaehtotekijä: $m = 13,3$ jatkuvalla palkille; kun reunaehdot poikkeavat merkittävästi jatkuvan palkin reunaehdoista, esimerkiksi palkin päässä, voi olla tarpeen käyttää pienempää reunaehtotekijän arvoa.

σ_y = myötöraja kuten kohdassa 4.3.2 [N/mm²]

4.4.4 Yleistä kaarituksesta

4.4.4.1 Jäävahvistetulla alueella kaikkien kaarten on oltava tehokkaasti kiinnitetty kaikkiin kantaviin rakenteisiin. Pitkittäiskaari pitää kiinnittää kaikkiin kantaviin kehyskaariin ja laipioihin polvioilla. Jos poikittäiskaari päättyy jäykkääjään tai kanteen, on kaari liitettävä rakenteisiin polvion tai vastaavin rakentein. Jos kaari läpäisee kantavan rakenteen, on kaaren uumalevy yhdistettävä rakenteeseen molemmiin puolin joko suoraan hitsaamalla, kauluslevyllä tai tukikappaleella. Asennettavalla polviolla on oltava vähintään sama ainevahvuus kuin kaarella ja polvion reuna on jäykistettävä tarkoituksenmukaisesti lommahduksen estämiseksi.

4.4.4.2 Jääluokassa IA Super, jääluokassa IA keula- ja keskilaiva-alueella sekä jääluokissa IB sekä IC keula-alueella jäävahvistetulla alueella on:

1. Kaaret, jotka eivät ole kohtisuorassa laidoituksen kanssa, on tuettava kaatumista vastaan polvioilla, välituilla, jäykkääjillä tai vastaavilla etäisyyksin, jotka eivät saa olla suuremmat kuin 1300 mm.
2. Kaaret on kiinnitettävä laidoitukseen jatkuvalla kaksipuolisella hitsillä. Lovistusta ei sallita paitsi laidoituksen hitsisaumojen kohdalla.
3. Kaaren paksuuden on oltava vähintään puolet laidoituksen paksuudesta ja vähintään 9 mm. Käytettäessä kaaren sijasta kantta, kaksoispohjaa tai laipiota, on levyn paksuuden oltava sama kuin edellä, korkeudella, joka vastaa viereisten kaarten korkeutta.

4.5 Jääjäykkääjät

4.5.1 Jäykkääjät jäävyöhykkeessä

Jäävyöhykkeessä olevan jäykkääjän taivutusvastus (kohta 4.3.1) lasketaan kaavalla:

$$Z = \frac{f_s \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 [\text{cm}^3]$$

Leikkauspinta-ala on:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_s \cdot p \cdot h \cdot l}{2 \sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2]$$

p = jääpaine kuten kohdassa 4.2.2 [MPa]

h = kuormitusalueen korkeus kuten kohdassa 4.2.1 [m]

Tuloa $p \cdot h$ ei oteta pienemmäksi kuin 0,30.

l = jäykkääjän jänneväli [m]

m = reunaehtotekijä kuten kohdassa 4.4.3

f_5 = tekijä, joka ottaa huomioon kuormituksen jakautumisen poikittaisille kaarille, jonka arvoksi otetaan 0,9

σ_y = myötöraja kuten kohdassa 4.3.2

4.5.2 Jäävyöhykkeen ulkopuolella olevat jäykkääjät

Jäykkääjien, jotka ovat jäävyöhykkeen ulkopuolella, mutta tukevat jäävahvistettuja kaaria, taivutusvastus lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$Z = \frac{f_6 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} (1 - h_s / l_s) \cdot 10^6 [\text{cm}^3]$$

Leikkauspinta-ala on:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_6 \cdot p \cdot h \cdot l}{2 \sigma_y} (1 - h_s / l_s) \cdot 10^4 [\text{cm}^2]$$

p = jääpaine kuten kohdassa 4.2.2 [MPa]

h = kuormitusalueen korkeus kuten kohdassa 4.2.1 [m]

Tuloa $p \cdot h$ ei oteta pienemmäksi kuin 0,30.

l = jäykkääjän jänneväli [m]

m = reunaehtotekijä kuten kohdassa 4.4.3

l_s = etäisyys viereiseen jääjäykkääjään [m]

h_s = etäisyys jäävyöhykkeeseen [m]

f_6 = tekijä, joka ottaa huomioon poikittaistaariin kohdistuvan kuormituksen, jonka arvoksi otetaan 0,95

σ_y = myötöraja kuten kohdassa 4.3.2

4.5.3 Kansikaistaleet

Luukkujen vieressä olevien kapeiden kansikaistaleiden, jotka toimivat jääjäykkäjinä, taivutusvastuksen ja leikkauspinta-alan on täytettävä kohtien 4.5.1 ja 4.5.2 vaatimukset. Jos kyseessä olevat luukut ovat erittäin pitkät, luokituslaitos voi sallia tulon $p \cdot h$ arvon otettavaksi pienemmäksi kuin 0,30, mutta ei missään tapauksessa pienemmäksi kuin 0,20.

Suunniteltaessa sääkannen luukkuja ja niiden kiinnikkeitä erittäin pitkiin luukun aukkoihin, on kiinnitettävä huomiota jääpaineen vaikutuksesta tapahtuvaan aluksen kylkien taipumiseen.

4.6 Kehyskaaret

4.6.1 Kuormitus

Kuormitus, joka siirtyy pitkittäiskaarista tai jääjäykkäjistä kehyskaareen, lasketaan kaavalla:

$$F = p \cdot h \cdot S \text{ [MN]}$$

p = jääpaine kuten kohdassa 4.2.2 [MPa], laskettaessa arvoa c_a on l_a :n arvoksi otettava $2S$.

h = kuormitusalueen korkeus kuten kohdassa 4.2.1 [m]

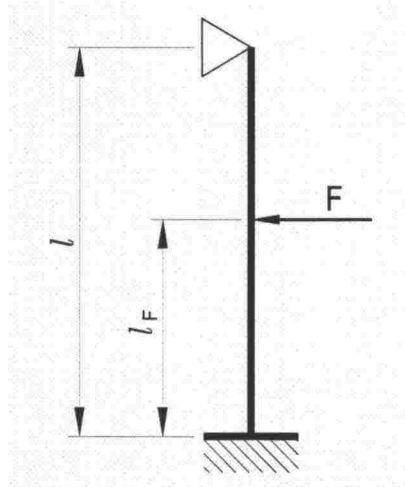
Tuloa $p \cdot h$ ei oteta pienemmäksi kuin 0,30.

S = kehyskaarten välinen etäisyys [m]

Jos tuettu jäykkääjä on jäävyöhykkeen ulkopuolella, kerrotaan voima F luvulla $(1-h_s/l_s)$, jolloin h_s ja l_s otetaan kuten on määritetty kohdassa 4.5.2.

4.6.2 Taivutusvastus ja leikkauspinta-ala

Jos kehyskaari on kuvan 4 esittämän rakennemallin mukainen, lasketaan taivutusvastus ja leikkauspinta-ala seuraavilla kaavoilla:



Kuva 4

Leikkauspinta-ala:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot \alpha \cdot Q}{\sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2]$$

Q = suurin arvioitu leikkausvoima, joka aiheutuu kuormituksesta F , joka on annettu kohdassa 4.6.1, tai $k_1 \cdot F$.

$$k_1 = 1 + 1/2 (l_F/l)^3 - 3/2 (l_F/l)^2 \text{ tai}$$

$$= 3/2 (l_F/l)^2 - 1/2 (l_F/l)^3 \quad \text{riippuen siitä kumpi on suurempi}$$

Kehyskaaren alaosalle on käytettävä pienintä jäävyöhykkeessä olevaa l_F -arvoa. Yläosalle on käytettävä suurinta jäävyöhykkeessä olevaa l_F -arvoa.

α = saadaan alla olevasta taulukosta

σ_y = materiaalien myötöraja kuten kohdassa 4.3.2

F = kuten kohdassa 4.6.1

Taivutusvastus:

$$Z = \frac{M}{\sigma_y} \sqrt{\frac{1}{1 - (\gamma A/A_a)^2}} 10^6 [\text{cm}^3]$$

M = suurin arvioitu taivutusmomentti, joka aiheutuu kuormituksesta F , joka on annettu kohdassa 4.6.1, tai $k_2 \cdot F \cdot l$

$$k_2 = 1/2 (l_F/l)^3 - 3/2 (l_F/l)^2 + (l_F/l)$$

γ = saadaan alla olevasta taulukosta

A = vaadittu leikkauspinta-ala, joka saadaan kun

$$k_1 = 1 + 1/2 (l_F/l)^3 - 3/2 (l_F/l)^2$$

A_a = todellinen kehyskaaren poikkipinta-ala

Tekijät α ja γ

A_f/A_w	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
α	1,5	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
γ	0	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

A_f = laipan poikkipinta-ala

A_w = uumalevyn poikkipinta-ala

4.6.3 Suora laskentamenetelmä

Muilla kuin kohdassa 4.6.2 esitetyille kehyskaarikonstruktioille ja reunaehdoille on suoritettava erilliset lujuuslaskelmat.

Kehyskaaren keskitetty kuorma on annettu kohdassa 4.6.1. Vaikutuspiste on kussakin tapauksessa valittava jäykkääjien ja pituuskaarijärjestelyjen suhteen siten, että saadaan suurin leikkausvoima sekä taivutusmomentti. Sallitut jännitykset ovat:

Leikkausjännitys:

$$\tau = \sigma_y / \sqrt{3}$$

Taivutusjännitys:

$$\sigma_b = \sigma_y$$

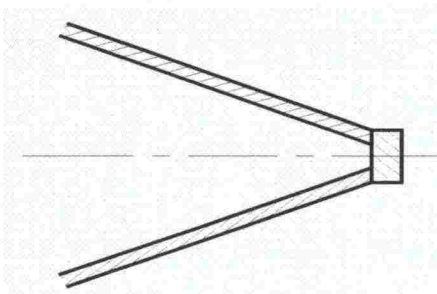
Vertailujännitys:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = \sigma_y$$

4.7 Keula

4.7.1 Keularanka

Keularanka valmistetaan valssatusta, valetusta tai taotusta teräksestä tai taivutetuista teräslevyistä. Teräväreunaisesta teräslevystä (katso kuva 5) tehty keularanka parantaa aluksen ohjailtavuutta jäässä ja sellaista suositellaan käytettäväksi erityisesti pienemmissä aluksissa, joiden pituus on alle 150 metriä.



Kuva 5
Esimerkki hyvästä keulasta

Levyn paksuus, jos keularanka on tehty taivutetusta levystä tai jos keula on tylppä ja mikä tahansa laidoituksen osa muodostaa keskiviivan kanssa vaakatasossa suuremman tai yhtä suuren kulman kuin 30° , on laskettava kaavalla, joka on esitetty kohdassa 4.3.2, olettaen että:

s = levyn tukirakenteiden etäisyys [m]

$p_{PL} = p$ [MPa] (katso 4.3.2)

$l_a =$ pystysuorien tukirakenteiden etäisyys [m]

Keularanka sekä edellä kuvattu tylpän keulan osa on tuettava pohjatukeilla tai polvioilla, jotka ovat korkeintaan 0,6 metrin päässä toisistaan ja joiden paksuus on vähintään puolet levyn paksuudesta. Keularangan vahvistuksen on ulotuttava kölistä kohtaan, joka on 0,75 metriä LWL:n yläpuolella, tai mikäli aluksessa on oltava ylempi keulavyöhyke (katso kohta 4.3.1), tämän vyöhykkeen ylärajaan asti.

4.7.2 Järjestelyt hinausta varten

Keulapartaaseen on aluksen keskiviivalle sijoitettava silmäke, jonka aukon on oltava vähintään 250 x 300 mm, pituuden on oltava vähintään 150 mm ja sisäpinnan pyöristyssäteen on oltava vähintään 100 mm.

Aluksessa on oltava pollari tai jokin muu hinausköyden kiinnityskohta, joka on mitoitettu kestäväksi hinausköyden murtolujuutta vastaava kuormitus.

Aluksissa, joiden uppouma ei ylitä 30 000 tonnia, on keula, siltä alueelta joka ulottuu vähintään 5 metriä LWL:n yläpuolelle ja vähintään 3 metriä keularangasta perään, vahvistettava siten, että se kestä ne rasitukset, jotka syntyvät kun alusta hinataan hinaushaarukassa. Tätä varten on asennettava välikaaret ja kaaret on tuettava kansilla ja jäykkäjäillä.

On huomattava, että kohtuullista kokoa oleville aluksille (uppouma ei ylitä 30 000 tonnia) haarukkahinaus on monissa tilanteissa tehokkain avustustapa. Aluksia, joiden bulbi ulottuu yli 2,5 metriä keulaperpendikkelin etupuolelle on usein kuitenkin vaikea hinata tällä tavalla.

4.8 Perä

Uusien propulsiojärjestelmien käyttöönotto pyörivine vetolaitteineen, jotka mahdollistavat paremman ohjailtavuuden, johtaa kasvaviin jääkuormiin aluksen takaosassa ja peräpäässä. Tämä seikka on huomioitava takaosan ja perän rakenteiden suunnittelussa.

- 4.8.1 Liian pientä välystä potkurin siiven kärjen ja perärangan välillä on vältettävä, sillä se voi aiheuttaa suuren kuormituksen siiven kärkeen.
- 4.8.2 Aluksissa, joissa on kaksi tai kolme potkuria, laidoituksen ja kaarten jäävahvistuksen on ulottuva kaksoispohjaan 1,5 metriä sivupotkureiden perä- ja keulapuolella.
- 4.8.3 Sivupotkureiden akselijohdot ja akseliyhysät on normaalisti sijoitettava akseliulokkeiden sisään. Jos erillisiä akselitukia käytetään, on niiden lujuus ja kiinnitys runkoon suunniteltava siten, että riittävä lujuus saavutetaan.
- 4.8.4 Leveä peräpeili, joka ulottuu LWL:n alapuolelle, heikentää oleellisesti aluksen peruutuskykyä jäissä. Sen vuoksi peräpeiliä ei tule ulottaa LWL:n alapuolelle, mikäli se on vältettävissä. Jos tämä ei ole mahdollista, on LWL:n alapuolelle ulottuva peräpeilin osa pidettävä mahdollisimman kapeana. Peräpeilin jäävyöhykkeeseen ulottuva osa on vahvistettava samalla tavoin kuin keskilaivavyöhyke.

4.9 Pallekölit

Pallekölit vaurioituvat ja irtoavat usein jäissä. Pallekölien kiinnitys aluksen runkoon on suunniteltava siten, että rungon vahingoittumisen vaara on mahdollisimman pieni, jos palleköli repeytyy irti

rungosta. Vahingon rajoittamiseksi on suositeltavaa, että pallekölit on katkaistu useammiksi, toisistaan erillisiksi, lyhyemmiksi köleiksi.

5 PERÄSIN JA OHJAUSLAITTEET

5.1 Peräsinranka, peräsinvarsi, tapit, peräsinkone sekä ohjausjärjestelmän muut osat, kuten myös peräsinkoneen teho, on mitoitettava luokituslaitosten sääntöjen mukaan. Näissä laskelmissa käytetty nopeus ei kuitenkaan saa olla pienempi kuin:

20 solmua	jääluokassa IA Super
18 solmua	jääluokassa IA
16 solmua	jääluokassa IB
14 solmua	jääluokassa IC

Jos aluksen todellinen suurin nopeus on suurempi, käytetään sitä.

5.2 Jääluokissa IA Super sekä IA peräsinvarsi ja peräsimen yläreuna on suojattava jääpainetta vastaan jääkynnellä tai vastaavalla.

5.3 Jääluokissa IA Super ja IA on erityistä huomiota kiinnitettävä niihin suuriin kuormituksiin, jotka syntyvät kun peräsintä poikkeutetaan keskiasennosta aluksen samalla peruuttaessa jäävalliin.

5.4 Hydraulipaineen rajoitusventtiilien on oltava tehokkaat. Peräsinkoneen osat on mitoitettava kestäämään peräsinvarren myötörajaa vastaavat kuormitukset. Jos mahdollista, on asennettava peräsinkulman rajoittimet.

6 POTKURI, AKSELI JA VAIHTEET

6.1 Jäämomentin määrittäminen

Potkuria, akselistoa ja vaihteistoa mitoitettaessa käytetään kaavoja, jotka ottavat huomioon sen iskun, joka syntyy kun potkurin lapa iskee jäähän. Aiheutunutta kuormitusta kutsutaan seuraavassa jäämomentiksi M.

Jäämomentti lasketaan seuraavasti:

$$M = m \cdot D^2 \quad [Mpm] \text{ jossa:}$$

D = potkurin halkaisija metreinä

m = 2.15 jääluokassa IA Super

= 1.60 ” IA

= 1.33 ” IB

= 1.22 ” IC

Jos potkuri ei ole täysin veden alla aluksen ollessa painolastitilanteessa, jääluokan IA jäämomenttia on käytettävä jääluokissa IB ja IC.

6.2 Potkurit

6.2.1 Potkuriaineen murtovenymän on oltava vähintään 19 %, mielellään ei alle 22 % kun koepalan mittapituus = 5d ja Charpy-V-kokeen arvo on oltava vähintään 2,1 kpm lämpötilassa – 10°C.

6.2.2 Potkurin siiven poikkileikkauksen leveys c ja paksuus t on määrättävä niin, että:

a) säteen $0,25 D/2$ etäisyydellä keskiöstä kiinteäsiipisillä potkureilla

$$ct^2 = \frac{2.70}{\sigma_b \cdot (0.65 + 0.7H/D)} \left(20000 \frac{P_s}{Z \cdot n} + 22000M \right)$$

b) säteen $0,35 D/2$ etäisyydellä keskiöstä kääntyväsiipisillä potkureilla

$$ct^2 = \frac{2.15}{\sigma_b \cdot (0.65 + 0.7H/D)} \left(20000 \frac{P_s}{Z \cdot n} + 23000M \right)$$

c) säteen $0,6 D/2$ etäisyydellä keskiöstä

$$ct^2 = \frac{0.95}{\sigma_b \cdot (0.65 + 0.7H/D)} \left(20000 \frac{P_s}{Z \cdot n} + 28000M \right)$$

jossa:

c = siiven levitetyn sylinterileikkauksen pituus senttimetreinä asianomaisen säteen kohdalla

t = vastaava suurin siivenpaksuus senttimetreinä

H = potkurin siiven nousu metreinä kyseisen säteen etäisyydellä

(kääntyväsiipisten potkurien osalta on käytettävä arvoa $0.7 H_{nimellis}$)

P_s = akselihevosvoimaluku kohdan 3.1 mukaan *teho annettu hevosvoimissa [hp]*

n = potkuriakselin kierrosluku [r/min]

M = jäähmomentti kohdan 6.1 mukaan

Z = siipien lukumäärä

σ_b = potkuriaineen murtolujuus [kp/mm²]

6.2.3 Siiven kärkipaksuus t säteen $1,0 D/2$ kohdalla määrätään seuraavista kaavoista:

Jääluokka IA Super

$$t = (20 + 2D) \sqrt{\frac{50}{\sigma_b}} \text{ mm}$$

Jääluokat IA, IB ja IC

$$t = (15 + 2D) \sqrt{\frac{50}{\sigma_b}}$$

jossa D ja σ_b kuten edellä

- 6.2.4 Muiden leikkauksien paksuudet määrää tasainen käyrä, joka yhdistää edellä mainittujen leikkauksien paksuudet.
- 6.2.5 Niissä tapauksissa, joissa saatu siiven paksuus on pienempi kuin luokituslaitosten sääntöjen mukainen paksuus, on käytettävä jälkimmäistä.
- 6.2.6 Siiven reunapaksuus ei saa olla pienempi kuin 50 % lasketusta kärkipaksuudesta t mitattuna $1,25 t$ etäisyydellä reunasta. Kääntyväsiipisiin potkureihin yhteen suuntaan pyörivien koneiden yhteydessä tätä sovelletaan vain johtoreunaan.
- 6.2.7 Kääntyväsiipisen potkurin navan sisällä olevien mekanismien lujuuden on oltava 1,5 kertaa niin suuri kuin siiven vastaava lujuus, kun kuormituksen oletetaan kohdistuvan säteen $0,9 D/2$ etäisyydelle ja olevan kohden siiven heikointa suuntaa.

6.3 Potkuriakseli

Potkuriakselin halkaisija perälaakerin kohdalla ei saa olla pienempi kuin:

$$d_s = 10.8 \sqrt[3]{\frac{\sigma_b \cdot ct^2}{\sigma_y}} \text{ mm}$$

jossa:

σ_b = potkurisiiven murtolujuus [kp/mm^2]

ct^2 = kaavan 6.2.2 a) mukainen arvo

σ_y = potkuriakselin aineen myötöraja [kp/mm^2]

Jos potkurinavan halkaisija on suurempi kuin $0,25 D$, on käytettävä seuraavaa kaavaa:

$$d_s = 11.5 \sqrt[3]{\frac{\sigma_b \cdot ct^2}{\sigma_y}} \text{ mm}$$

jossa σ_b ja σ_y kuten yllä

ct^2 = kaava 6.2.2 b) mukainen arvo

Jos saatu potkuriakselin halkaisija on pienempi kuin luokituslaitosten sääntöjen mukainen halkaisija, on käytettävä jälkimmäistä. Akselin päiden halkaisijaa saa pienentää luokituslaitosten sääntöjen mukaisesti.

6.4 Väliakselit

Väliakselien ja erillisissä laakereissa olevien paineakselien halkaisijat d_i eivät saa olla pienempiä kuin:

$$d_i = 1.1 \cdot d_{\text{luokkasääntö}} \text{ jääluokassa IA Super}$$

Jääluokissa IA, IB ja IC käytetään luokituslaitosten sääntöjen mukaista halkaisijaa.

6.5 Alennusvaihteet

Laskettaessa alennusvaihteen hampaille suurinta sallittua kuormitusta kohdan 3.1 mukaisella suurimmalla akselihevosvoimaluvulla P_s on käytettävä seuraavaa kuormitustekijää K_i

$$K_i = K \frac{N}{N + \frac{M I_h R^2}{I_1 + I_h R^2}}$$

jossa:

K = luokituslaitosten sääntöjen mukainen kuormituskerroin

M = jäähmomentti kohdan 6.1 mukaan

$N = 0.716 P_s/n$

jossa: P_s = akselihevosvoimaluku kohdan 3.1 mukaan *teho annettu hevosvoimissa [hp]*

n = vastaava koneen kierrosluku r/min

R = alennusvaihte, tulevan akselin kierrosluvun suhde lähtevän akselin kierroslukuun

I_h = korkeammalla kierrosluvulla pyörivien koneiston osien massahitausmomentti

I_1 = alemmalla kierrosluvulla pyörivien koneiston osien massahitausmomentti, johon on sisällytetty potkuri ja siihen 30 %:n vesilisäys

(I_h ja I_1 on ilmaistava samoissa yksiköissä)

7 MUUT KONEISTOVAATIMUKSET

7.1 Käynnistyslaitteet

Ilmasäiliöiden kapasiteetin on riitettävä 12 peräkkäiseen kuljetuskoneiston käynnistämiseen ilman välitäyttöä, mikäli koneisto on ensin pysäytettävä peruutusta varten tai 6 peräkkäiseen käynnistämiseen, mikäli peruutusta varten koneistoa ei tarvitse ensin pysäyttää.

Jos ilmasäiliöitä käytetään muihinkin tarkoituksiin kuin kuljetuskoneiston käynnistämiseen, tulee niillä näitä tarkoituksia varten olla riittävä lisäkapasiteetti.

Ilmakompressoreiden kapasiteetin tulee olla riittävä täyttämään ilmasäiliöt ilmanpaineesta täyteen paineeseen 1 tunnin aikana. Jos jääluokkaan IA Super kuuluvan aluksen kuljetuskoneisto on peruutettaessa ensin pysäytettävä, on ilmakompressoreiden kyettävä täyttämään säiliöt puolen tunnin aikana.

7.2 Pohjakaivot ja jäähdytysvesijärjestelmät

Jäähdytysvesijärjestelmä on suunniteltava siten, että jäähdytysveden saanti on turvattu jäissä liikuttaessa.

Tämän vuoksi ainakin yksi jäähdytysveden sisäänottokaivoista on järjestettävä siten, että:

1. Sisäänoton on sijoitettava lähellä aluksen keskiviivaa ja mieluiten perässä jos mahdollista.
2. Suunnittelun ohjeeksi kaivon tilavuuden tulisi olla noin yksi kuutiometri jokaista konetehon 750 kW:a kohden. Koneteho sisältää myös aluksen käytön kannalta välttämättömän apukonetehon.

3. Kaivon on oltava riittävän korkea, jotta sinne kerääntyvä jää on sisäänottoputken yläpuolella.
4. Kaivoon on johdettava jäähdytysveden poistoputki, jolla on täysi poistokyky.
5. Siivilän aukkojen pinta-ala ei saa olla pienempi kuin 4 kertaa sisäänottoputken poikkipinta-ala.

Mikäli kohdissa 2 ja 3 mainittujen vaatimusten täyttäminen on vaikeata, voidaan käyttää kahta pohjakaivoa, joista vuorotellen toinen on jäähdytysveden sisäänottoa ja toinen poistoa varten. Järjestelyjen ja sijoituksen on oltava muulta osin edellä olevaa vastaavat.

Kaivon tai kaivojen yläosassa voidaan käyttää lämmityskierukoita.

Järjestelmä, jossa käytetään painolastivettä jäähdytystarkoituksiin, saattaa olla hyödyllinen varajärjestelmänä painolastitilanteessa, mutta sellaista ei voida hyväksyä edellä kuvattujen pohjakaivojen korvaamiseksi.

Liite 1

JÄÄLUOKKIEN IA SUPER, IA, IB ja IC TEHOVAATIMUSTEN PÄTEVYYSALUE (MÄÄRÄYSTEN KOHTA 3.2.2) JA KONETEHOLASKELMIEN TARKASTAMINEN

1 Pätevyysalue

Kohdassa 3.2.2 esitettyjen jäävastuksen laskentakaavojen pätevyysalue on esitetty taulukossa 1. Laskettaessa parametriä D_p/T , tulee T määrittää suurimmalla syvyydellä keskilaivalla.

Taulukko 1. Eri parametrien pätevyysalueet

Parametri		Minimi	Maksimi
α	[°]	15	55
ϕ_1	[°]	25	90
ϕ_2	[°]	10	90
L	[m]	65.0	250.0
B	[m]	11.0	40.0
T	[m]	4.0	15.0
L_{BOW}/L		0.15	0.40
L_{PAR}/L		0.25	0.75
D_p/T		0.45	0.75
$A_{wf}/(L*B)$		0.09	0.27

Liite 2

VAADITTU KONETEHOKO ALUKSELLE, JONKA JÄÄLUOKKA ON IB TAI IC
JA JONKA KÖLI ON LASKETTU TAI JOKA ON OLLUT SAMANKALTAISESSA
RAKENNUSVAIHEESSA ENNEN 1 PÄIVÄÄ SYYSKUUTA 2003

Konetehto ei saa olla pienempi kuin alla olevan kaavan määrittämä eikä missään tapauksessa pienempi kuin 740 kW jääluokissa IB ja IC.

$$P = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (f_4 \Delta + P_0) \text{ [kW]}, \text{ jossa}$$

$$f_1 = 1,0 \text{ kiinteäsiipiselle potkurille}$$

$$= 0,9 \text{ säätösiipiselle potkurille}$$

$$f_2 = \varphi_1 / 200 + 0,675 \text{ mutta ei suurempi kuin } 1,1.$$

$$\varphi_1 = \text{keulan kallistuskulma keskiviivan kohdalla [astetta]} \text{ (katso kuva 1)}$$

Tulosta $f_1 f_2$ ei oteta pienemmäksi kuin 0,85.

$$f_2 = 1,1 \text{ keulalle, jossa on bulbi}$$

$$f_3 = 1,2B / \Delta^{1/3} \text{ mutta ei pienempi kuin } 1,0$$

$$f_4 \text{ ja } P_0 \text{ otetaan seuraavasti:}$$

Jääluokka	IB	IC	IB	IC
Uppouma	$\Delta < 30\,000$		$\Delta \geq 30\,000$	
f_4	0,22	0,18	0,13	0,11
P_0	370	0	3070	2100

Δ = aluksen uppouma [t] suurimmalla jääluokkasyvyyksellä kohdan 2.1 mukaan. Arvoa ei tarvitse ottaa suuremmaksi kuin 80 000 t.